

Industrihallens energianvändning

Patrick Peltonen

Examensarbete
Distribuerade energisystem
2014
Patrick Peltonen

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Distribuerade energisystem
Identifikationsnummer:	
Författare:	Patrick Peltonen
Arbetets namn:	Industrihallars energianvändning
Handledare (Arcada):	Jarmo Lipsanen
Uppdragsgivare:	
<p>Sammandrag:</p> <p>Inneklimatet i industrihallar varierar mycket beroende på produktionsprocessen och VVS-systemet. Målsättningen med ventilationen i industrin är att skapa ett inneklimat som är tryggt att jobba i. Problemen som uppstår är oftast temperatur- eller luftkvalitetsproblem. Överloppsvärmen som uppstår är bra att återanvända i olika former och system.</p> <p>Examensarbetets mål var att undersöka industrihallars energianvändning och energisnåla lösningar. Industrin står för en stor del av Finlands totala energianvändning. Energilösningar som görs i industribyggnader har en stor betydelse för Finlands totala energianvändning</p> <p>Jag begränsar mitt examensarbete till att ta reda på hur olika system inverkan på energianvändningen och var det finns möjlighet att spara på energin. Jag tar upp också hur användarna kan påverka på energianvändningen och hur kan användarna minska på energianvändningen genom att ändra på beteendemönster. Som modell har jag använt några hallar var det har gjorts behovsutredning</p> <p>Målet med arbetet var att den kan fungera som stöd då man börjar fundera på olika energilösningar och vad som är viktigt att ta hänsyn till under planeringsskedet.</p>	
Nyckelord:	Industri, energianvändning, överloppsvärme
Sidantal:	34+3
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Distributed Energy Systems
Identification number:	
Author:	Patrick Peltonen
Title:	Industry energyuse
Supervisor (Arcada):	Jarmo Lipsanen
Commissioned by:	
<p>Abstract:</p> <p>The conditions in the industry can vary a lot depending on what the processes are in the building. The objectives of the HVAC in the industry are to create a climate that is safe to work in. The problems that arise are usually temperature or air quality problems. The temperature that occurs is good to reuse in different forms.</p> <p>The objective of the theses work was to investigate the industrial buildings ' energy use and energy-saving solutions. The industry consists of a large part of Finland's total energy use. Energy solutions in industrial buildings have a big impact on Finland's total energy use.</p> <p>I limit my thesis to find out how different systems impact on energy use and where it is possible to save energy. I mention also how users affect on energy use. How can the users reduce energy usage by changing their habit. I have used two real industry buildings as examples. Were I have investigated there energy use and possible solution to save energy.</p> <p>The goal with this thesis was to have a model when planning energy saving in a industry building including also aspects that are important to consider during the planning phase.</p>	
Keywords:	Industry,Energyuse,Waste heat
Number of pages:	34+3
Language:	Swedish

OPINNÄYTE	
Arcada	
Koulutusohjelma:	Hajautettu energiajärjestelmä
Tunnistenumero:	
Tekijä:	Patrick Peltonen
Työn nimi:	Teollisuusrakennuksen energiakäyttö
Työn ohjaaja (Arcada):	Jarmo Lipsanen
Toimeksiantaja:	
<p>Tiivistelmä:</p> <p>Teollisuusrakennuksen olosuhteet vaihtelevat paljon riippuen millainen prosessi rakennuksessa on. LVI:n tavoite on luoda sisäilmasto missä on miellyttävää oleskella sekä turvallista työskennellä. Ongelmia jotka ilmenevät ovat yleensä lämpötila tai ilman puhtaudesta johtuvia.</p> <p>Tavoitteena oli selvittää teollisuuden rakennusten energiankäytön ja energiaa säästäviä ratkaisuja. Suomen kokonaisenergiankulutuksesta koostuu suuri osa teollisuuden kuluttama energia. Energiaratkaisuja teollisuudessa vaikuttaa suuresti Suomen kokonaisenergiankulutuksesta.</p> <p>Rajoittaa työni miten eri järjestelmät vaikuttavat energiankäyttöä ja missä on mahdollista säästää energiaa. Mainitsen myös miten käyttäjät vaikuttavat energiankäyttöä. Miten käyttäjien käyttötottumusten muuttaminen voi vaikuttaa energiasäästöön.</p> <p>Oppinnäytetyön tarkoitus on olla tukena kuin suunnitellaan energiasäästöratkaisuja teollisuusrakennukselle, mitkä asiat on hyvä ottaa huomioon.</p>	
Avainsanat:	Teollisuus, Energiakäyttö, Hukkalämmön hyödyntäminen
Sivumäärä:	34+3
Kieli:	Ruotsi
Hyväksymispäivämäärä:	

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1. Industrins energiförbrukning	2
1.1. Krav av energiberäkning.....	3
1.1.1. Energiförbrukning	3
1.1.2. Beräkning av energibehovet.....	4
2. Tekniken i industrier.....	7
2.1. Ventilation.....	7
2.1.1. Värmeväxlare	9
2.1.2. Distribution	12
2.1.3. Ventilationens energianvändning.....	13
2.2. Värme.....	14
2.2.1 Värme distribution	16
2.2.2. Värmegivaren	17
2.2.3. Cirkulationspump	18
2.2.4. Nätverket	19
2.3. Tryckluft	19
2.3.1. Kompressor	20
2.3.2. Sugluft	21
2.3.3. Tryckkärl.....	21
2.3.4. Torkare	22
2.3.5. Filter	22
2.3.6. Nätverk.....	23
3. Överloppsvärme.....	23
3.1. Överloppsvärmens återanvändning.	25
4. Lösningar på energibesparing	27
4.1. Planeringsskedet	27
4.2. Lösningar på energibesparing för ventilationen.....	28
4.3. Uppvärmningens energibesparingslösningar	29
4.4. Användarna	30
5. Sammanfattning	31
Källförteckning.....	33
Bilagor.....	34

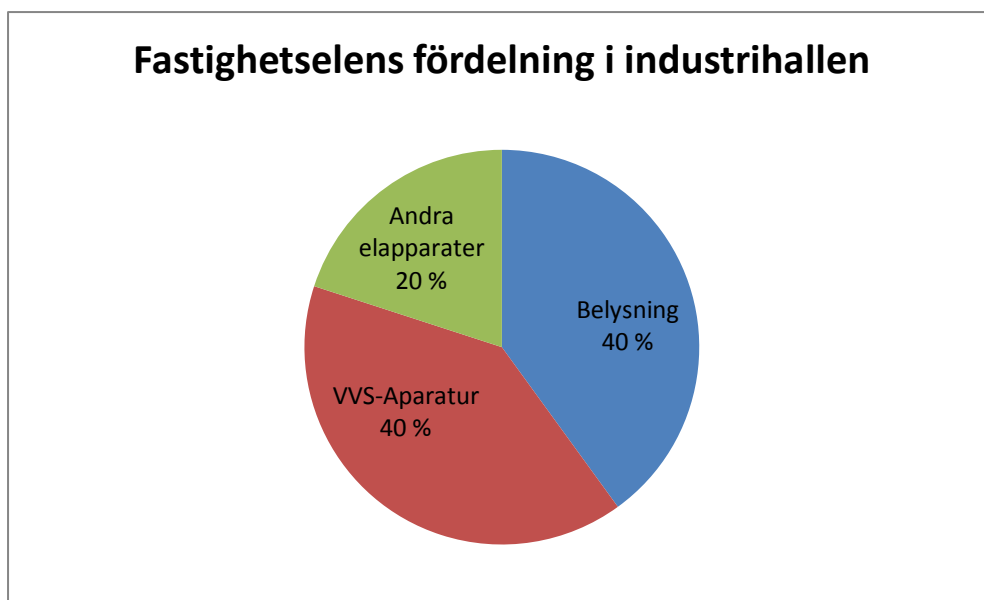
1. Inledning

En stor del av den energi som används i Finland används av industrin. Industrin står för 70 % av Finlands elenergiförbrukning. De energilösningar man gör inom industrin har en stor inverkan på Finlands totala energianvändning. Det är vanligt att industrin har en VVS-lösning som inte passar till ändamålet eller den är bristfällig. Processen i industribyggnader kan förorsaka svåra inneluftsklimat, som påverkar på hälsan och trivseln. Dessa klimat skall lösas med VVS-teknik. Detta kan bero på att tillverkningen eller processen har ändrats efter att byggnaden blev planerad. I mitt examensarbete granskar jag hur industrihallar använder energin och vad man kan göra för att spara energin.

Idén till mitt examensarbete fick jag då jag skulle granska fem industrihallar med olika processer och komma fram till energibesparingslösningar. Under granskningarna märkte jag att industrin i många fall hade en bristfällig energilösning och att det fanns möjlighet att förbättra byggnadens energianvändning. Detta inspirera mig till att undersöka industrins energianvändning. Jag anser att detta är ett bra ämne att studera eftersom det känns som om industrins VVS och energianvändning inte diskuteras tillräckligt. Gamla byggnader kan ha lösningar som gjorts utan planering. Sådana lösningar uppfyller inte kraven. Dessa lösningar bör man ändra så att de stöder inneluftskraven och är energisnåla.

1. Industrihallens energiförbrukning

Industribyggnader uppvärmning står för en fjärde del av Finlands totala värmeenergiförbrukning. I endel industrihallar är fastighetselen 70 % av hela elförbrukningen. Nedan är en figur på hur fastighetselen fördelar sig i industrihallar. (Motiva, Energiategohokas teollisuuskiinteistö s.3). I och med att industrins energiförbrukning är en väldigt stor del av hela landets totala energiförbrukning lönar det sig att ta detta i beaktande då man planerar en industrihall.



Figur 1 Fastighetselens fördelning i industrihallen (Motiva, Energiategohokas teollisuuskiinteistö s.6)

Industribyggnadernas användnings sätt och ändamål påverkar energiförbrukningen. Detta gäller vid existerande byggnader som saneras. Då nya byggnader tas i bruk skall användarna få en utbildning i hur byggnaden används energisnålt och på rätt sätt.

Vid VVS planering skall man följa finska byggbestämmelserna. Men i vissa fall bildas det väldigt mycket överloppsvärme eller något annat som gör det svårt att följa bestämmelserna, då kan man avvika från dem. Planeringen måste i sådana fall göras på bästa möjliga sätt.

1.1. Krav av energiberäkning

Då man beräknar energianvändningen i en byggnad måste man följa de krav som gäller för denna typ av byggnad. Dessa krav hittas i de finska byggbestämmelserna D3. Då man ansöker om bygglov måste man göra en energiutredning till byggnaden. Detta mäter hur mycket energi byggnaden teoretiskt använder. Industribyggnader hör till klassen 9 (övriga). E-talet skall räknas, men ett gränsvärde finns inte.

1.1.1. Energibehov

Då man beräknar energibehovet är det bra att göra en tabell om startinformation för byggnadens teoretiska energibehov. Från startinformationen kan man beräkna energibehovet.

Startinformationen kan innehåller följande saker:

- Byggnadens
 - Adress
 - Användningsändamål
 - Byggnadsår
 - Uppvärmningens nettoarea
- Luftläckaget (q₅₀)
- Tillslutna delar av manteln
 - Ytterväggar
 - Vindsbjälklag
 - Bottenbjälklag
 - Fönster
 - Ytterdörrar
 - Köldbryggor
- Fönstrens vädersträck
- Ventilationssystem
 - Huvudaggregat (ventilation)
 - Separata utsug
 - Ventilationssystem

- Uppvärmningssystem
 - Uppvärmning av utrymmena och ventilation
 - Tillverkning av varmt bruksvatten
- Inre värmelaster
 - Personer

1.1.2. Beräkning av energibehovet

Med information som fås från startuppgifterna kan man börja beräkna byggnadens teoretiska energianvändning. Den totala värmeförlusten och uppvärmningsbehovet får man med följande formler:

$$Q_{\text{tila}} = Q_{\text{joht}} + Q_{\text{vuotoilma}} + Q_{\text{iv, tuloilma}} + Q_{\text{iv, korvausilma}} - Q_{\text{sisäinen kuorma}} \quad (1.1)$$

Q_{joht} = Värmeförlusten genom manteln

$Q_{\text{vuotoilma}}$ = Värmemängden genom luftläckage

$Q_{\text{iv, tuloilma}}$ = Värmemängden som går till att värma tilluften

$Q_{\text{iv, korvausilma}}$ = Värmemängd som krävs för att värma upp ersättande luften

$Q_{\text{sis.kuorma}}$ = Värmebildning i byggnaden

$$Q_{\text{joht}} = ((U_{\text{ulkoseinä}} A_{\text{ulkoseinä}}) + (U_{\text{yläpohja}} A_{\text{yläpohja}}) + (U_{\text{alapohja}} A_{\text{alapohja}}) + (U_{\text{ikkuna}} A_{\text{ikkuna}}) + (U_{\text{ovi}} A_{\text{ovi}})) \Delta T_1 \Delta t / 1000 \quad (2.1)$$

$U_{\text{ulkoseinä}}$ = Ytterväggens värmegenomgångskoefficient ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)

$A_{\text{ulkoseinä}}$ = Ytterväggens area m^2

$U_{\text{yläpohja}}$ = Vindsbjälklagens värmegenomgångskoefficient ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)

$A_{\text{yläpohja}}$ = Vindsbjälklagens area m^2

U_{alapohja} = Bottenbjälklagens värmegenomgångskoefficient ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)

A_{alapohja} = Bottenbjälklagens area m^2

U_{ikkuna} = Fönstrens värmegenomgångskoefficient ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)

A_{ikkuna} = Fönstrens area m^2

U_{ovi} = Dörrens värmegenomgångskoefficient ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)

A_{ovi} = Dörrens area m^2

Om någon yttervägg är mot marken måste värmeförlusten beräknas skilt med den temperaturskillnaden som finns mellan marken och innetemperaturen.

Temperaturskillnaden för bottenbjälklaget varierar också beroende på hur den är byggd. Om bottenbjälklaget är mot uteluften använder man ΔT som i formeln (2.1). Om bottenbjälklagen är ventilerad och ventilations öppningen är 8 promille av hela bottenbjälklagets area räknar man med samma formel (2.1) men ΔT för bottenbjälklaget är 20 % mindre. Bottenbjälklag som ligger mot marken använder samma formel, men istället för uteluftens temperatur använder man markens årliga temperatur. Markens och uteluftens medeltemperaturskillnad är 5°C. Markens årliga temperatur räknas med formeln (2.2):

$$T_{\text{maa, vuosi}} = T_{\text{u, vuosi}} + \Delta T_{\text{maa, vuosi}} \quad (2.2)$$

$T_{\text{maa, vuosi}}$ = Markens årliga medeltemperatur

$T_{\text{u, vuosi}}$ = Uteluftens årliga medeltemperatur

$\Delta T_{\text{maa, vuosi}}$ = Markens och uteluftens årliga medeltemperaturskillnad

(D5 byggbästelserna, sid 8)

Byggnader är oftast inte täta och de läcker värme ut. Läckluftens energi $Q_{\text{vuotoilma}}$ skall man tillägga i sina beräkningar för värmeförluster i byggnaden. Läckluften beräknas med följande formel:

$$Q_{\text{vuotoilma}} = \rho_i c_{pi} q_{v, \text{vuotoilma}} \Delta T_1 \Delta t / 1000 \quad (3.1)$$

ρ_i = Luftens densitet (1,2 kg/m³)

c_{pi} = Luftens specifika värmekapacitet (1000Ws/(kgK))

$q_{v, \text{vuotoilma}}$ = Läckluftens flöde m³/s

ΔT_1 = Temperatur skillnaden mellan inne- och uteluften °C

Δt = Tidsintervall, h

Läckluftflödet räknas med formeln:

$$q_{v, \text{vuotoilma}} = \frac{q_{50}}{3600x} A_{\text{vaippa}} \quad (3.2)$$

q_{50} = Byggnadens läcklufttal

A_{vaippa} = Byggnadens mantelarea, m^2

x = En faktor som beror på byggnadens vånings antal. För en våning 35, två våningar 24, tre eller fyra våningar 20 fem eller flera 15, då våningshöjden är 3 m. obs bara de våningar som är ovanför markytan räknas

3600 = Ändring av enhet $\text{m}^3/\text{h} \rightarrow \text{m}^3/\text{s}$

Om byggnaden är hög eller om rumshöjden avviker mycket från det normala använder man för x värdet det som byggnadens höjd skulle motsvara.

Om man inte känner till byggnadens lufttäthet kan man använda $q_{50}=4$. Då tätheten är känd använder man formeln (3.3) för att räkna q_{50}

$$q_{50} = \frac{n_{50}}{A} V \quad (3.3)$$

q_{50} = byggnadens läcklufttal, $\text{m}^3/(\text{h m}^2)$

A = Byggnadens mantelarea, m^2

n_{50} = Byggnadens lufttäthetstal vid 50 Pa tryckskillnad, $1/\text{h}$

V = Byggnadens volym, m^3

(D5 byggbestämmelserna, sid 10)

Genom att använda dessa formler kan man beräkna byggnadens energiförluster och hur mycket processernas samt andra överloppsvärme källor påverkar på slutlig uppvärmnings behov.

2. Tekniken i industrier

2.1. Ventilation

Ventilationens huvuduppgift är att påverka inneklimatet. Detta kan delas in i två delar, inneklimats kvalitet och temperatur. Med ventilation kan man värma eller kyla luften. (Energikatselman käsikirja, osa2, luku2. s25). Detta sköts genom att hämta ren luft till utrymmet och föra bort föroreningar, fukt och värme som bildats. För att ventilationen skall fungera skall det bildas en tryckskillnad. Detta kan man åstadkomma genom fläktar eller temperaturskillnader. (Motiva, Energiyhokas teollisuuskäytäntö s.14) Varm luft är lättare än uteluften och därför strävar den till att stiga uppåt. Vid byggnadens tak bildas det övertryck och vid golvet är det undertryck. Om det finns ventiler och öppningar vid taket och vid golvet finns det möjlighet för ersättningsluft, då sker ventilationen med gravitation. (Energikatselman käsikirja osa2, luku2. s26) I byggbestämmelsen D2 finns det tabeller med minimikrav för luftmängder i olika utrymmen.

Till skillnad från andra byggnaders ventilation är industrins ventilation påverkad av andra saker än människor, konstruktionen eller materialens utsläpp. I industrin spelar processens krav en stor roll, om de bildas föroreningar, värme eller fukt som måste föras bort. Bland annat inom pappersindustrin kräver processen en noggrann miljö. Därför är tekniken mera krävande i industrin än i vanliga utrymmen. (Teollisuuskäytännön opas s.7)

I industribyggnader använder man sig väldigt mycket av maskinell ventilation. Det kan vara bara med frånlufts fläktar eller en kombination av både från- och tilluft. Då man fuktar eller kyler luften talar man om luftkonditionering. (Motiva, Energiyhokas teollisuuskäytäntö s.14)

Byggnadens lufttäthet är viktig då man vill få så mycket värme tillvara som möjligt. Luften som kommer via manteln är ofiltrerad och i den luften som försvinner ut genom läckage kan värmen inte tas tillvara. Det är viktigt att tilluften delas som planerat och att luftens riktning är från rena utrymmen till smutsiga utrymmen. Detta åstadkommer man genom att byggnadens inre och yttre täthet är tillräckligt bra. (Energikatselman käsikirja osa2, luku2. s27)

Industriventilationen kan delas in i tre olika delar

1. Industriellventilation: Detta är det vanligaste ventilationssättet. Det är kontroll av arbets- och produktionsutrymmens inomhusklimat, genom att kontrollera luft- och värmetekniken. Lokal ventilation hör också till denna del.
 2. Processventilation: Det är processgasers rening och tekniken som behövs vid torkning och andra liknande processer.
 3. Säkerhetsventilation: Det är för att minska risken för olyckor, såsom brand eller explosioner. Sådana system är bland annat rökutsugningsanläggningar.
- (Teollisuusilmastoinnin opas s.8)

Vanligtvis har industrihallarna klimatzoner. I industrihallar kan det förekomma stora variationer på klimatförhållande och krav av inomhusklimat. Zonens typ beror på hurdant klimat man vill ha eller vad processen kräver. Vid taknivån finns de inte så strikta krav för luftkvaliteten, utan man försöker bara uppehålla ett klimat som sparar på konstruktionerna.

De olika klimatzonerna indelas i följande zoner: okontrollerad -, kontrollerad -, arbets-, lokalt kontrollerad - och kidnappande zon

- Okontrollerad zon är oftast utrymmenas övre del, där det inte ställs några krav på luftkvaliteten. Oftast kräver denna zon inte några tekniska lösningar.
- Kontrollerad zon är var kvaliteten på luften skall följa minimikraven och klimatet är under kontroll. Denna zon är indelad i mindre zoner, lokalt kontrollerad zon och arbetszon.
- Lokalt kontrollerad zon är zoner var de bildas damm eller gaser som måste på grund av arbetssäkerhet avlägsnas
- Arbetszon är var människorna arbetar. Denna del sköts oftast med luftkonditionering. Den har en stor roll i arbetstrivsels och effektiviteten.
- Kidnappningszon är arbetspunkter som de förekommer damm av processen och som måste föras bort med punktsugning. Föroreningar kan i denna zon överstiga

gränsvärden, men detta förutser att personer som jobbar vid punkten har rätt skyddsutrustning. Sådana punkter kan vara manuell gjord svetsning eller sågning

Eftersom processerna bildar föroreningar måste luften bytas kontinuerligt, genom ventilation. Tabellen nedan visar hur ofta luften skall bytas i utrymmet vid olika processer. (Teollisuusilmastoinnin opas s.9)

Industri	Ventilation (1/h)
Svetsning	2-6
Maskineri	1-5
Gjuteri	6-10
Klädindustri	3-5
Bageri	3-6
Sågverk	1-2
Snickeri	3-6
Tryckeri	6-8
Glasindustri	3-6
Gummindustri	5-8

Tabell 1 Processtypens krav på luftens ombytnings (Motiva, Energi- och tekniska teollisuuskiinteistö s.15)

2.1.1. Värmeväxlare

I en undersökning studerade man 60 stycken ventilationsaggregats värmeväxlare. Resultatet var att 20 stycken fungerade på rätt sätt. De övriga hade någon sort av fel eller den avvek från den meddelade verkningsgraden. Några kunde man inte alls använda. Oftast är det inte frågan om fel system, utan på grund av små planerings-, installationsfel och användningen.

Då man väljer värmeväxlare skall man ta reda på att den passar till systemet och att den uppfyller kraven. T.ex. då frånluften innehåller föroreningar kan man inte använda roterande värmeväxlare.

Beräkning av värmeväxlarens verkningsgrad är hur mycket av frånluftens värmeenergi den överför till uteluften. Då man undersöker ett existerande system är det bra att ta reda på vad värmeväxlarens teoretiska verkningsgrad är, men också vad är dens verkliga

verkningsgrad. För att få så riktigt värde som möjligt skall man utföra mätningarna då temperatur skillnaden mellan från- och uteluften är stor. Mättningsresultatet är beroende av många faktorer som gör mätningen pålitlig och den är oftast riktgivande. Felen beror oftast på att temperaturskillnaden är för liten eller att flödet är för stort mellan från- och tilluften. Oftast vid bra mätförhållande kan man komma upp till 10 % noggrannhet.

Nedan är en lista på olika värmeväxlarens riktgivande verkningsgrad är då från- och tilluften är den samma:

- Vätskeburen 40-60 %
- Plattvärmeväxlare 45-60 %
- Värmerörs batteri 45-60 %
- Roterande värmeväxlare 65-80 %

Då mätresultatet avviker väldigt mycket skall orsaken utredas. På vinter kan orsaken till att de avviker vara på grund av frånluftens dimbildningsautomation.

(Energikatselman käsikirja osa2, luku2. s37,38)

2.1.1.1. Vätskeburen värmeåtervinning

Överlagst mest problem i värmeåtervinnarens verkningsgrad sker i vätskeburet system. Störst orsaken till det är att pumpens tryck inte räcker till. Detta märker man speciellt då temperaturen är under noll. Vätskans viskositet växer och värmebehovet växer.

Problem kan vara att frostskyddsmedlet slipper och läcka och luftningen fungerar inte på rätt sätt. Detta resulterar i att det förekommer luft i systemet som försämrar verkningsgraden.

Vanligtvis brukar man sätt +3 °C som gränsvärde för frånluften för att undvika att det bildas frost. Eftersom mättnadspunkten är oftast i industribyggnaden några grader över uteluftens kan man använda i industrihallen -5 °C gränsvärde.



Bild 1 Vätskeburen värmeväxlare (Fläktwoods)

2.1.1.2. *Plattvärmeväxlare*

Plattvärmeväxlaren styrs med förbigångsspjäll. Det är viktigt att spjället stängs tät för att få en god verkningsgrad för värmeväxlaren. Plattvärmeväxlarens frånlufts del är mest känslig för att de skall bildas frost. Automationen har en viktig roll då man använder plattvärmeväxlare. Om det förekommer fukt i värmeväxlaren i långa perioder kan de förekomma korrosion och läckage. Det försämrar inte verkningsgraden märkvärdigt men kan vara farligt för hälsan.



Bild 2 Plattvärmeväxlare (Fläktwoods)

2.1.1.3. *Roterande värmeväxlare*

Vanligaste problemen som uppstår i värmeväxlaren är att remmen går av. Vanligtvis behöver man inte ta i hänsyn att de skulle bildas fukt som fryser i värmeväxlaren. Om värmeväxlaren används i fuktiga utrymmen så finns det ändå risk för att den skulle frysa.

Hydroskopisk roterande värmeväxlare överför också fukt från frånluften till tilluften. Även vid temperaturer under noll överför värmeväxlaren fukt. Detta genom att den kondenseras på frånluftens sida som sedan överförs till tilluften. Då frånluften är smutsig är det bra att

den granskar med jämna mellanrum. På detta sätt kan man reagera snabbare om värmeväxlaren stockas till.



Bild 3 Roterandevärmväxlare (Fläktwoods)

2.1.2. Distribution

Det finns olika sätt att kontrollera luften i industribyggnaden. Vad som sker i utrymmet påverkar hurdan distribution lämpar sig för detta ändamål. Om det bildas värme, finns de föroreningar som måste fås bort eller skall man bara sätt luften i rörelse.

Kolvprincipen betyder att man försöker hålla luftströmmen konstant. Denna teknik använder man i målutrymmen och rena utrymmen.

Skiktprincipen betyder att man har olika temperaturskikt i rummet. Denna distribution kan vara deplacerande eller mekanisk ventilation.

Zonprincipen betyder att man strävar till att ha olika zoner med skilda klimat. De används om man har stora värmekällor eller de bildas orenigheter bara på ett visst ställe av utrymmet.

Blandningsprincipen strävar till att ha samma klimat i hela rummet. Distributionen sköts med blandade distribution

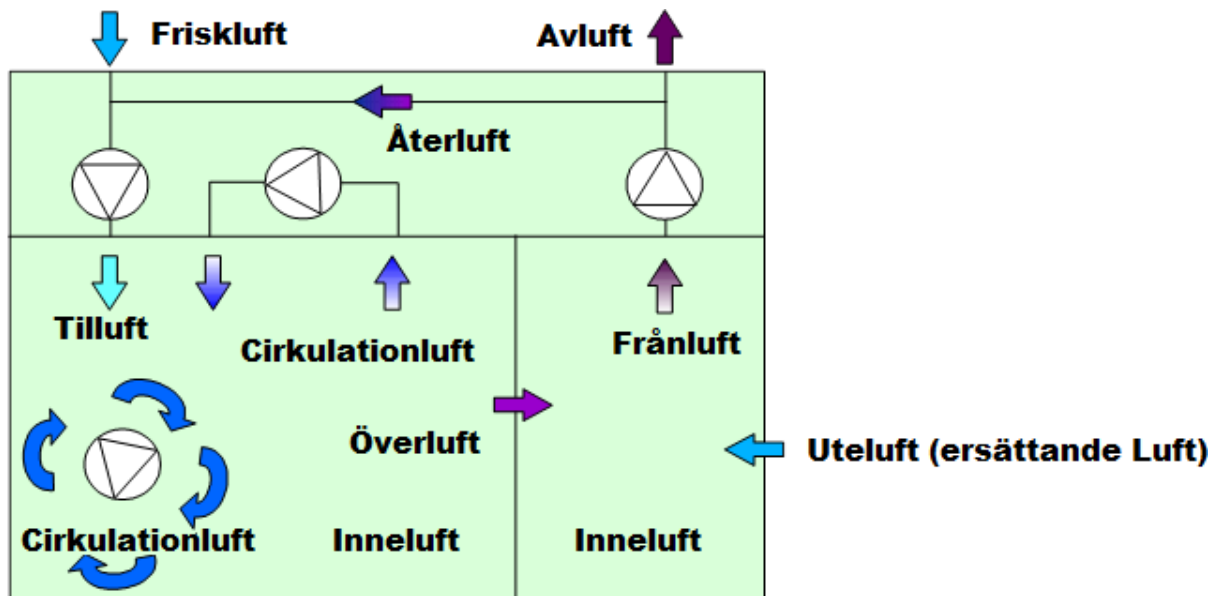


Bild 4. Olika distributionssätt. (Finska byggbestämmelser D2, sid 4)

För hög innetemperatur på vintern slösar på energi och ökar på inomhusklimatssymptom. En grads ökning i inneluftens temperatur ökar 4-5% på energiförbrukningen. Det är undersökt att en ökning på temperaturen från 21°C till 24°C ökar 50 % på inomhusklimats symptom. På sommaren och våren förekommande höga temperaturer beror oftast på solen och inre börda. För hög innetemperatur minskar på arbetseffektiviteten. Det skall alltid finnas en möjlighet att justera systemet beroende på årstid.

(Energikatselman käsikirja osa2, luku2. s27,28)

2.1.3. Ventilationens energianvändning

Överdimensionerat system använder onödigt med energi och kan orsaka trivsel skador. Systemet får inte heller vara för underdimensionerat eller så att det inte sker hälso- eller byggnadsfysiska skador. Ett bra ventilationssystem är då systemet är styrd att förverkliga det behovet som uppsker och att den inte används då utrymmet inte är i bruk.

Ventilationssystemet största elförbruknings del är fläktarna. Deras förbrukning beror på systemets tryckbehov. (Energikatselman käsikirja osa2, luku2. s30)

Det är viktigt att putsa, rensa och byta kanaler och apparatur vid behov. Detta bättrar inomlufts-klimatet och spara på energiförbrukningen. (Energikatselman käsikirja osa2, luku2. s31)

Byggnaden kan delas in i zoner. Detta är bra att göra om industrihallen har delar som inte är helatiden i användning. Dessa områden kan ventilationen minimeras då de inte används. Viktiga är att alla zoner kan fungera individuellt. Detta möjliggör att utanför brukstiden kan man starta enskilda zoner vid behov. Detta kan styras med tidsprogram eller med tilläggstid knapp. (Energikatselman käsikirja osa2, luku2. s31)

2.2. Värme

Industrihallen behöver värme till att värma upp byggnaden och till processer. Innetemperaturen påverkar på trivseln och på arbetseffektiviteten. Ungefär vid 20-22°C trivs människan bäst. I vissa specialfall kan några graders ökning eller sänkning vara bra. Det finns saker som påverkar hur vi känner temperaturen:

- Omgivningens ytor t.ex. kallt golv eller fönster.
- Hur snabbt det sker temperatur förändringar och utrymmens temperatur skillnader.
- Temperatur skillnader i utrymmet vertikalt.
- Drag och luftens rörelse.

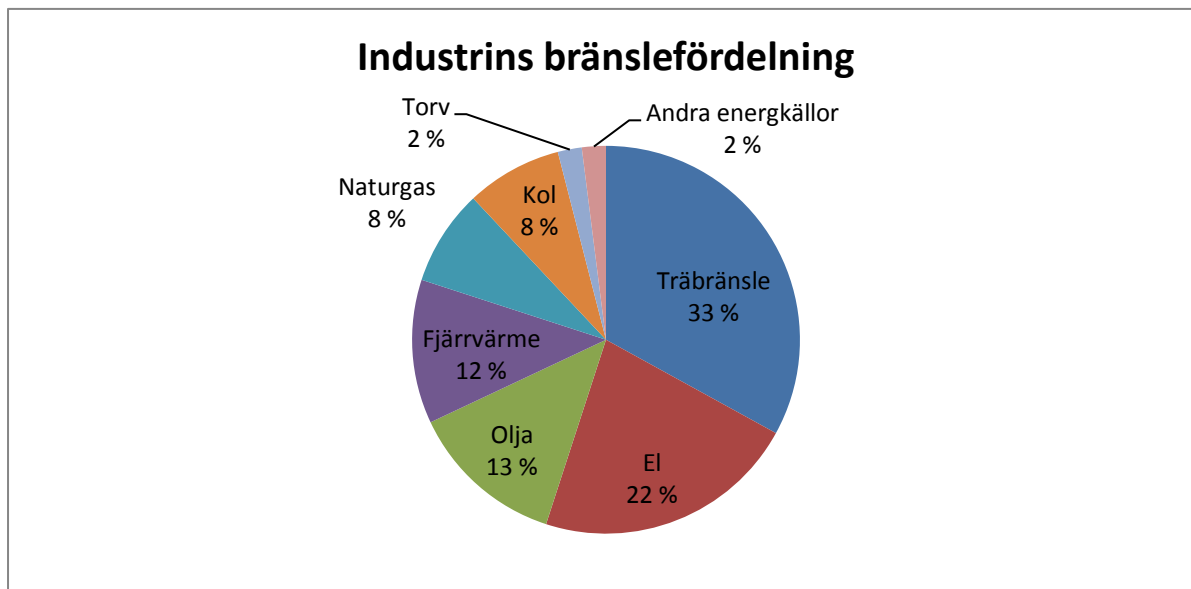
(Energikatselman käsikirja osa 2, luku 2, sid 5)

Värme kan köpas eller produceras själv, genom att ta till vara överloppsvärmen som man får från processen. De vanligaste värmetillverkningar är:

- Fjärrvärme
- Olika värmepannor (olja, tre och gas)
- Elvärme
- Värmepumpar

(Energikatselman käsikirja osa 2, luku 2, sid 5)

Oftast används fjärrvärme som värmedistribution. El värme rekommenderas inte till att använda inom industrin som huvudvärme. El passar bra som tilläggsvärme. Bränslen som passar till industrin är naturgas, lätt brännolja, torv, biobränsle och processens biprodukt. Figur 2 visar hur dessa värmeförbruknings sätten är fördelade i industrin.



Figur 2. Hur olika typers värmeförbrukning sätt fördelar sig i industrin (Motiva, Energiategohokas teollisuuskiteistö s.6)

Då när de är möjligt så skall man sträva till att använda bränsle som är inhemskt och förnybart. Då utrymmen kan värmas upp med förnybarenergi kräver en del av processerna fossila bränslen. Olika bränslen har olika årliga verkningsgrader, se tabell 4 (Motiva, Energiategohokas teollisuuskiteistö s.10)

Årsverkningsgrad hos olika värmeförbrukning

Värmeförbrukning	Årsverkningsgrad
Fjärrvärme	0,97
Eldriven rumsvärme	1,0
Standardolja/- gas	0,90
Kondens/olja	0,95
Gaskondensat	1,01
Pelletsanna	0,84
Vedanna med ackumulatortank	0,82

Tabell 2. Olika värmeförbrukningars årsverkningsgrad (Finska byggbestämmelserna D5, sid 45)

2.2.1 Värme distribution

Till värmedistribution hör delarna som används till att föra värmen till värmegivaren. De viktigaste värmedistributions sätt är:

- Vattenburet system
- Luftuppvärmning
- Rumsvärme (direkt elvärme)

(Energikatselman käsikirja osa 2, luku 2, sid 6)

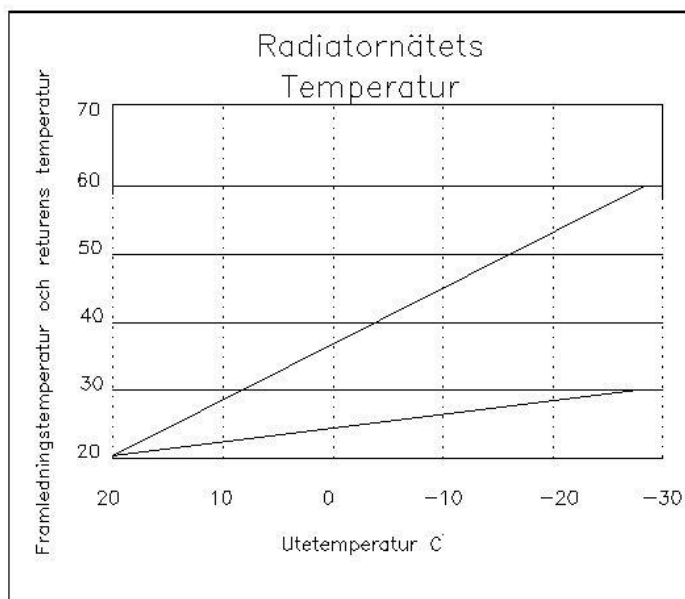
Då de används elvärme produceras värmen i radiator eller fläkten. Då är kablarna enda saken man måste ta till beaktan. Då man använder vattenburen system måste rören och andra apparater beaktas för att flytta värme till värmekällan.

Vattenburen system är radiatorer som är kopplade till värmenätet, ventilationsmaskiner, konvektorer och vattenburna konvektorer. Ett vattenburet system kan kopplas ihop med överloppsvärmet som man får från processen.

(Motiva, Energiatohokas teollisuuskiinteistö s.11)

Genom att ändra på värmenätets ingående temperatur kan man uppehålla den innetemperatur man strävar till. Huvudprincipen är att när temperaturen ute sjunker, så höjer man på värmenätets temperatur. Automationen är oftast utrustad med en justeringskurva på värmenätets temperatur. Denna funktion skall användaren kunna ändra beroende på behovet. Justeringskurvan görs individuellt för varje byggnad. Om den är dåligt vald kan den orsaka problem i inneluften. Nedan är en modell på hur justering för radiatornätverks temperatur kan se ut för en byggnad i södra Finland. I specialfall kan man ha en aktiv fungerande justerings kurva som tar i hänsyn solens inverkan och höga inre laster i byggnaden

(Motiva, Energikatselman käsikirja osa 2, luku 2, sid 6)



Graf 1 Värmenätets justeringskurva

2.2.2. Värmegivaren

Värmegivaren definieras som värmekälla som finns i utrymmet man vill värma. Det kan vara radiatorer eller konvektorer, med dessa kontrollerar man utrymmets temperatur.

Värmegivarna skall placeras på ställen där de hindrar bildning av kalla ställen och kallras, det är t.ex. vid fönster och dörrar. Rätta temperaturen och värmeflödet styrs med rumstermostat.

Orsaker till att rumstemperaturen avviker:

- Värmeförlusterna är fel beräknade
- Konstruktionerna är dåligt byggda
- Något fel med isoleringen, de har försämrats med åren eller fått fuktskada
- Fönster och dörrars dåliga täthet
- Ventilationen är fel dimensionerad
- Flödet är över eller underdimensionerat

- Värmegivarens storlek är fel
- Det finns luft i värmegivaren

(Motiva, Energikatselman käsikirja osa 2, luku 2, sid 11)

Elvärme används i utrymmen eller i ventilationsmaskinens radiator, eluppvärmda konvektorer eller konvektorer. Då man använder flyttbara elvärmaren är de bra om man håller information på var de befinner sig, t.ex. så att underhållnings avdelning vet var de finns. Genom detta kan man kontrollera att de inte används på fel ställen eller i onödan. (Motiva, Energiätehokas teollisuuskiinteistö s.11)

Tabellen nedan beskriver hurdana byggnader olika värmegivaren passar till.

Värmegivar typ i olika industribyggnader			
Hallens form	Radiator	Ventilation	Konvektor
Smal byggnad	x	x	x
Bred byggnad		x	x
Låg	x	x	x
Hög		x	x
Stor		x	x
Liten	x	x	x
Prosessens Krav			
Luften innehåller föroreningar		x	
Värmebörda	x	x	x
Nogranna inomhusklimat		x	
Användnings tid, årligen			
Lång	x	x	x
Kort			x
Kontur och socialutrymmen	x	x	

Tabell 3 Hurdan industribyggnad olika värmegivaren passar (Motiva, Energiätehokas teollisuuskiinteistö s.11)

2.2.3. Cirkulationspump

Cirkulationspumpens uppgift är att cirkulera vattnet i värmenätet och i ventilationens värmebatteri. Då det inte finns något värmebehov kan pumpen stängas av. För att undvika att pumpen stockas är det bra att sätta på pumpen några gånger i veckan. En bra pump går tyst och jämnt. (Motiva, Energikatselman käsikirja osa 2, luku 2, sid 7)

Problem med pumpen och dåligt dimensionerade pumpar orsakar onödig energianvändning. Dåligt dimensionerad pump kan förorsaka för hög värme i utrymmet som sedan ventileras ut. (Motiva, Energikatselman käsikirja osa 2, luku 2, sid 8) Då man har ett

vattenburetsystem vars rör och regulatorer är energieffektiva skall cirkulationspumpen väljas med omsorg. Då pumpningssystemet inte är energieffektivt spelar pumpens energianvändning inte så stor roll i hela systemets energianvändning. Då man väljer cirkulationspumpen skall man sträva till att välja en pump där man kan styra rotationshastigheten. Till detta används huvudsakligen frekvensomriktare. Om pumpen har dålig verkningsgrad förlänger det på sparade investeringskostnader.

2.2.4. Nätverket

Nätverket är till för att föra värmen vidare till värmekällan. Rörmaterial kan vara plast, koppar eller stålror. I industribyggnaden strävar man till att använda stål eller kopparrör. Detta är för att koppar och stålror är mer hållbara än plaströr. I gamla fastigheter är rören oftast i konstruktionerna och är svåra att förnya utan att riva upp konstruktionerna. I nya fastigheter använder man ofta skyddsror som gör det lättare att förnya rören. (Motiva, Energikatselman käsikirja osa 2, luku 2, sid 9)

Om man är tvungen att fylla på värmenätet oftare än en gång per halv år tyder det på att det finns något läckage. Läckage skall alltid tas på allvar, speciellt om rören är i konstruktionerna eller i marken. Då det sker tömning via säkerhetsventilen tyder det på problem i tryckkärlet. Läckage orsakar alltid onödig energianvändning, förlorade vattnet som måste värmas upp på nytt. (Motiva, Energikatselman käsikirja osa 2, luku 2, sid 9)

Det finns både säkerhetsskäl och energiekonomiska orsaker varför man isolerar rör. Värmerörens yttemperatur kan vara väldigt hög. För att undvika att man inte bränner sig på rören, isoleras rören. Då rören går i kalla utrymmen finns det en risk att de fryser. Isoleringen minskar på värmeförlusterna i röret, temperaturen sjunker inte lika mycket mellan värmekällan och givaren. Genom att isolera hindrar man att utrymmet inte värms upp av värmeförlusterna från röret. (Motiva, Energikatselman käsikirja osa 2, luku 2, sid 10)

2.3. Tryckluft

Tryckluft används till apparater. Trycklufttekniken använder 3-12 % av industrins el energi. Det finns mycket möjligheter att spara med det. För att producera 1 kubik tryckluft till 7 bar behövs det ca 0,1 kWh energi. Läckage, förluster från justeringar och dåliga användningsrutiner höjer på kostnaderna 20-100 %.

(Motiva, Energikatselman käsikirja osa 3, luku 2, sid 4-5)

Trycklufttekniken är indelad i tre områden

- Centralapparat
- nätverk
- Användarapparat

Till centralapparat hör:

- kompressorer
- tryckkärl
- filter
- kylning
- kondensor
- automation

Till nätverk hör:

- rör
- ventiler
- rörkomponenter

Till användarapparater hör:

- slangar och trycklufts apparater

2.3.1. Kompressor

Det finns två typer av kompressorer, kolv- och skruvkompressor. I stora kompressorer är vatten kyld kolvkompressor ungefär 10-15 % mera energieffektiva än skruvkompressor.

Även en skruvkompressor som är lättad har betydligt större energiförbrukning.

Kolvkompressor som är lättad förbrukar ca 15-18 % och skruvkompressor 13-35 %.

Skruvkompressorns typer har alltså stora variationer i deras förbrukning.

(Motiva, Energiakatselmoijan käsikirja osa 3, luku 2, sid10)

Kolvkompressorns kolvar och ventiler slits med åren. Vilken orsak att dens förbrukning ökar väldigt mycket. Gammal kolvkompressor kan förbruka väldigt mycket olja. Eftersom kolvkompressorns servis är väldigt svår har det i många fall valts en skruvkompressor på grund av att ljuddämpningen och dens förmåga att använda kyluft är bättre. Valet av

kompressortyp är inte alltid på basen av energibesparing.

(Motiva, Energiakatselmoijan käsikirja osa 3, luku 2, sid10)

Bytande av kompressortyp är bra och göra om tryckluften används väldigt mycket, speciellt om kompressorn är föråldrad och betydligt försämrade energiförbrukning.

(Motiva, Energiakatselmoijan käsikirja osa 3, luku 2, sid11)

2.3.2. Sugluft

Kompressorns uppgift är att pressa lufta till ett högre tryck. Desto tätare luften är när den kommer till kompressorn desto mindre arbete krävs för att utföra arbetet. I finska förhållande kan sugluften på vintern vara på minus sidan. Kompressorn måste vara av den typen att den tål att behandla minusgradig luft. Det är rekommenderat att hålla utrymmet var kompressorn är så sval som möjligt detta hjälper efterkylning och kyltorkningen.

Omgivningen och golvet får inte vara på minussidan. De leder till att kondens dräneringen fryser och automationen fungerar inte på rätt sätt.

Trång sugkanal eller smutsigt filter ökar på förbrukningen. En ökning på 1kPa i sugkanalen eller en ökning på 3°C i temperaturen ökar 1 % på förbrukningen. Sugluften bör man försöka ta från skuggig sida. Sugluften skall vara fri från smuts och snö därför är det viktigt att ha ett filter för kompressorn.

(Motiva, Energikatselman käsikirja osa 3, luku 2, sid 9-10)

2.3.3. Tryckkärl

Tryckluftskärlet har många uppgifter. Viktigaste uppgifter är att hjälpa automationen. Den hjälper kompressorn att start och stop perioderna är längre. Jämn gång och långa perioder förbättrar energiförbrukningen. För snabba perioder försämrar kompressorns livslängd. Stora maskiners start period är längre än för små maskiner.

(Motiva, Energikatselman käsikirja osa 3, luku 2, sid 11)

Tryckkärl fungerar också som backup till olje läckage. På detta sätt slipper oljan inte och spridas till hela nätverket. Kärlet skall alltid vara så kallad genomströmstyp. Det betyder att luften kommer in nedre vägen och går ut övre vägen. På detta sätt blir vätska och smuts kvar i kärlet. Genom att placera kärlet på ett svalt ställe fungerar den som luftens kylare.

(Motiva, Energikatselman käsikirja osa 3, luku 2, sid 12)

Kompressorn kan vara för liten men aldrig för stor. Bästa sättet att måttsätta ett kärl är att följa med förbrukningsprofilen. Betyder kompressorns gångperioder och nätverkets tryck. I vissa fall då något verktyg används ofta eller belastar väldigt mycket nätverket kan man ha ett skilt tryckkärl för verktyget. På detta sätt påverkas inte hela nätverkets måttsättning. Lokala tryckkärl och lösa rör resulterar i jämn gång och det energianvändningen.

(Motiva, Energikatselman käsikirja osa 3, luku 2, sid 12)

2.3.4. Torkare

Oftast i ett tryckluftsnätverk finns det en torkare. De två typer som används är kyltorkning och absorberings torkning. Detta undviker att de bildas kondens som sedan orsakar rostningar i olika delar. Apparaters livslängd blir längre på detta sätt. Det minskar på tätningens läckage och läckage vid apparaters anslutningar p.g.a. av lösgjort rosk. Det sliter på nätverket också. Ett torknätverk är också mer hygienisk än våt.

(Motiva, Energikatselman käsikirja osa 3, luku 2, sid 13)

Kylningstorkaren används vid nätverk som är vid rumstemperatur. Torkarens värmeväxlare värmer luften så att de inte bildas kondens. Om en del av nätverket är utomhus är det bra att ha en skild absorbering torkare till den delen.

(Motiva, Energikatselman käsikirja osa 3, luku 2, sid 13)

Absorberingstorkarens automation och torkning skall basera sig på daggpunktsmätning. Betyder att torkaren torkar bara då det finns behov till det. Daggpunktstyrt system kan minska på förbrukningen 70-80%. En klockstyrd torkning förutsätter att den är måttsatt till fuktigaste vädret. Det resulterar till övertorkning och onödig förbrukning. Daggpunktstörning förlänger på torkarens livslängd. Daggpunktmätningen kräver varje år kalibrering.

(Motiva, Energikatselman käsikirja osa 3, luku 2, sid 13)

I vissa fall är torkaren onödigt eller förbruknings sed till skada. Sådana system som används till direkt blåsning och luftens hastighet är viktig och då luftens fuktighet och olje aerosoler inte är till problem. (Motiva, Energikatselman käsikirja osa 3, luku 2, sid 14)

2.3.5. Filter

Filters uppgift är att filtrera bort smuts och olja från tryckluften. Filter orsakar tryckförlust som påverkar nätverkets totala tryckförlust. Filtrets tryckförlust får inte vara över 0,3-0,5

bar. Då filtret blir smutsigt ökar tryckförlusten. Filtren skall alltid ha en tryckskillnads mätare och gärna ge alarm då tryckskillnaden blir för stor. Filtret lönar sig att måttätta lite överstor. Det är ekonomiskt lönsamt. Den är dyrare men har mindre service kostnader och tryckförlusten är mindre.

Filtrens material skall man ta i beaktan. Val av filter beror på hurdan luftkvalitet man strävar till. I tryckkärlet och torkaren samlas en stor del av aerosoler och föroreningar som stockar till filtret. Före torkaren är det bra att placera ett grovt oljefilter. En absorberingstorkare skall alltid ha ett oljefilter, torkaren förstör om det hamnar olja i den. Finfilter placeras efter torkaren. (Motiva, Energikatselman käsikirja osa 3, luku 2, sid 15)

2.3.6. Nätverk

Rätt måttsett nätverk får inte ha ett tryckfall på över 0,1bar tryckfallet, 0,3bar är ännu acceptabelt. Nätverket fungerar som tryckjämna och på detta sätt hjälper automationen. Man kan ta som regel att måttätta nödvändiga rörstorlekar och sedan välja följande större storlek.

I stora institutioner är det vanligt att olika avdelningar fungerar olika tider. I dessa fall kan man stänga av distributionen till den avdelning som inte är i bruk. Den kan vara manuellt styrd eller styrd av tidsprogram om avdelningens brukstider är känd. Detta sparar på läckagekostnader.

3. Överloppsvärme

All apparatur som går på el eller något bränsle avger värme eller energi. Denna energi påverkar inneluftens temperatur. Det är viktigt att beakta överloppsväret när man planerar uppvärmningen och kylning i en industrihall.

(Airix Talotekniikka, Hukkalämpö hyödyntäminen s.8)

Största värmekällor är olika sorters ugnar och processer var de sker kemisk uppvärmning. Hur bra ett föremål avger värme beror också på vilken färg ytan har, mörkare yta avger lättare värme än en ljus yta. Luftens hastighet och rörlighet vid föremålet inverkar hur snabbt värmen sprids i utrymmet.

(Airix Talotekniikka, Hukkalämpö hyödyntäminen s.8)

Processer som kräver hög värme har hög värmebörda. I många sådana produktionsutrymmen är inneluftens temperatur väldigt hög.

Förlustvärme utnyttjas sällan som gratis energi inom industrin. Ungefär en tredje del av industrierna producerar överloppsvärme som inte tas till vara. Många hallar har färdigheter och tekniken för att ta till vara värmen, men den är dåligt förverkligad eller inte slutförd.

Vanligaste delar var värmeförlusterna försvinner är via manteln, ventilationen och punktsugning, de kan även tas från vätska. (Airix Talotekniikka, Hukkalämpö hyödyntäminen s.12)

Några typiska ställen var de förekommer överloppsvärme är:

- Frånluft
- Prosesgaser
- Rökgaser
- Avloppsvatten
- Kylningsvätska
- Luft från torkning
- Kylningens kondensvärme

(Motiva, Tuotannon hukkalämpö hyödyksi, sid 1)

Om processen avger så mycket energi att det inte behövs någon tilläggsuppvärmning, kan man minska på väggarnas isolering. Detta gäller också om överloppsvärmen orsakar på sommaren höga temperaturökningar och ökar på kylbehovet. Tabellen nedan visar olika processers värmeavgivning. (Motiva, Energiätehokas teollisuuskiinteistö s.4).

Tuotantoala	Lämpökyorma (W/m ²)
Hitsaus, levypajat	40 – 100
Koneistamot	20 – 50
Valimot	300 – 900
Vaate-teollisuus	40 – 250
Leipomot	80 – 200
Sahat	50 – 100
Puusepän-teollisuus	35 – 60
Kirjapainot	40 – 120
Lasitehdas, uuniosasto	500 – 1000
Kumiteollisuus	150 – 760

Tabell 4 Tabell på hur mycket värmebörda de kommer från olika tillverknings processer

(Airix Talotekniikka, Hukkalämpö hyödyntäminen s.9)

3.1. Överloppsvärmens återanvändning.

Oftast i processerna förekommer de så mycket av överloppsvärmet att allt inte kan tas till nytta. Temperaturen spelare en roll hur lönsamt det är att ta till vara överloppsvärmen. Om överloppsvärmens substansens temperatur är hög är de lättare att ta till vara än om den är låg.

(Airix Talotekniikka, Hukkalämpö hyödyntäminen s.33)

Då man tar överloppsvärme till användning skall man uttreda var man använder värmets. I många fall det lönsammaste sättet att använda överloppsvärme är att för uppvärmning av bruksvattnet eller återanvända den i samma process .

(Airix Talotekniikka, Hukkalämpö hyödyntäminen s.33)

Föremålets värme strålning får man med följande formel:

$$Q_i = \phi_{\text{SIS}} * T = 4 * A (t_p - t_l)^{1,25} * T$$

Q_i = Värmeöverföring från heta ytan

ϕ_{SIS} = Värmekällans effekt

T = Brukstiden

A = Area

t_p = Foremålets yttetemperatur

t_l = Omgivande luftens temperatur

(Airix Talotekniikka, Hukkalämpö hyödyntäminen s.8)

Endel av elmotorns effekt överförs som värme till omgivande utrymme. Elmotorns energi som överförs kan räknas med följande formel:

$$Q_{sm} = (1-\eta) \cdot P \cdot T \cdot K$$

Q_{sm} =Energien som förs över till omgivningen, kWh

η =Motorns verkningsgrad

P =Motorns effekt, kW

T =Motorns brukstid, h

K =Genomsnittliga belastningsfaktor, (maskinverkstad 0,25–0,5)

(Airix Talotekniikka, Hukkalämpö hyödyntäminen s.11)

Det vanligaste sättet är värmeåtervinning i ventilationen. En stor del av processerna överloppsvärmen är heta eller varma gaser. Dessa gaser kan genom t.ex ett vatten - glykol system säkert överföra värmen till uppvärmning av till luften. På detta sätt kan man även giftiga gaser till att ta tillvara värme. (Airix Talotekniikka, Hukkalämpö hyödyntäminen s.34)

Överloppsvärmen kan lagras för en stund om den inte genast används. (Motiva, Energiätehdas teollisuuskiinteistö s.3) Då processen ger mer energi än vad byggnaden behöver kan man sälja energin vidare till lokala energibolaget. (Motiva, Tuotannon hukkalämpö hyödyksi, sid 1) Industribyggnader som är vid små byar kan producera så mycket överloppsvärme att de kan grundas en fjärrvärmeanläggning som distribuerar värme till byn. Största delen av överloppsvärmen används inom industribyggnaden. Av all överloppsvärme som produceras i industriebyggnader, utnyttjas en halv procent till anläggningar utanför området.

(Motiva, Tuotannon hukkalämpö hyödyksi, sid 2)

4. Lösningar på energibesparing

Eftersom VVS-systemet står för en stor del av byggnadens energianvändning, skall det redan i planeringsskedet utredas hurudan teknik byggnaden skall använda och minimera den teoretiska energianvändningen.

4.1. Planeringsskedet

Redan vid projektplanering skall man börja funder på energianvändningen och på VVS-systemens helhet. Utredning av hur byggnaden används och vilken typ av processer det finns skall göras. Genom detta kan man i ett tidigt skede börja göra upp en plan för energilösningar och andra möjliga saker som måste beaktas i uppbyggnad av VVS-systemet. Byggnader som sanerande kan ha färdigt installerade lösningar som inte tagits i bruk eller är bristfälliga. Vid sanering av en hall skall existerande tekniken utnyttjas så mycket som möjligt. Bilaga 1 och 2 är exempel på hallars behovsutredning var de fanns färdigt teknik till att ta tillvara värme.

Ett bra sätt att minska på energianvändningen är att försöka minimera den köpta energin, detta minskar också på koldioxidutsläppen. Man bör försöka undvika att använda direkt elvärme eller fossila bränslen. Överlopps värme och frikyla skall också utnyttjas.

Byggnadens konstruktioner skall vara energieffektiva. Konstruktionerna skall ha ett bra U-värde. Minimum U-värdena får man från D3.

4.1.1. Automation

Automationens uppgift är att optimera ventilationen och värmesystemets användning. Den är också till för att övervaka och ge alarm vid fara eller vid stora variationer i mätresultaten. En viktig del i planeringsskedet för att spara energi är att byggnadens automation planeras så att den är effektiv och att alla apparater och system har en nödvändig styrning.

Automationen är oftast ett system som kan programmeras fritt. Det betyder att dess användningsområde är väldigt brett och med samma apparat kan man styra följande saker:

- Alarm och mätningspunkters övervakning
- Olika systems styrning och låsningar (pakkoohjauksia ja lukituksia)

- Tidsprogram
- Energianvändnings övervakning och optimering

Byggnadens automation skall koncentreras till ett ställe så att de är lätt att styra. Nuförtiden kan man övervaka och få alarm var som helst, med bärbar dator, telefon eller byggnadens kontrollrum. Automationens funktion och hela systemets styrning är bra att undersöka då man granskar energibesparingslösningar. Vanligt problem är man inte utnyttjat automationens fulla potential, utan de nödvändiga delarna har installerats. Användarnas motivation till systemets funktion har en inverkan på automationens användning.

4.2. Lösningar på energibesparing för ventilationen

Ventilationens energianvändning påverkas av inblåsningstemperatur, luftmängden, användningstid och värmeåtervinning. Då man funderar på energibesparing är de dessa områden man skall inrikta sig på.

I vissa fall kan luftmängden vara överdimensionerad. Det är viktigt att ta reda på och undersöka om något område är överdimensionerat.

Byggnaden kan delas in i ventilationszoner som styrs individuellt. Stänga av eller minska på luftmängden i de zoner som inte är i bruk. Dessa zoner kan vara styrda med ett tidsprogram, tilläggstidstyrning, närvaro- eller CO₂-styrd. I många fall är brukstiden för ventilations aggregaten för långa.

Då man granskar inblåsningstemperaturen uppgift är att antingen värma eller kyla luften. Olika zoner kan ha olika krav av luften. Zonen kan ha processer som alstrar väldigt mycket värme och det råder övervärme i zonen. Onödigt höga temperaturer skall man alltid granska orsaken till det. Användarna kan med denna lösning minska på klagomål av inomhusklimatet. Det finns oftast energisnåla lösningar till uppvärmning speciellt om ventilationen inte är planerad som uppvärmnings källa.

Ventilationens värmeåtervinning har en stor roll inom energibesparingslösningar. I vissa fall saknar industihallen helt och hållet värmeåtervinning inom ventilationen och i vissa fall har inte alla ventilationsmaskiner värmeåtervinning. Värmeåtervinningens möjligheter skall tas

reda på. Hurdan typs av värmeåtervinnig som passar. I vissa fall kan värmeåtervinningen vara av fel sort eller fungera på fel sätt. Möjlighet att tillägga värmeåtervinning till nuvarande system är bra att undersökas då man gör en energibesparings plan.

För att uppnå det resultat man vill åstadkomma med ventilationen skall kanalerna putsas regelbundet, och ventilations don skall vara fria. Bilaga 3 är ett exempel en hall var största problem uppstod på grund av att man placerat saker framför ventilations don

4.3. Uppvärmningens energibesparingslösningar

Uppvärmning och ventilationen grundar inomhusklimatet i byggnader. Inomhusklimatet påverkar på människors trivsel och välmående. Den påverkar också på arbetseffektiviteten. Industrierhallar kan ha väldigt olika arbetsstilar inom samma byggnad. Detta leder till att olika utrymmen kan vara olika temperaturer. Fysiskt arbete kräver svalare arbetsmiljö än kontorsarbete. 1 grads sänkning av innetemperaturen spara ungefär 5 % av uppvärmningsförbrukningen. (Motiva, Energikatselman käsikirja osa 2, luku 2, sid 15)

Energibesparingar kan göras genom att utnyttja frivärme. Frivärme är t.ex. solens värmestrålning, processers överloppsvärme och andra apparater som alstrar värme.

Mantelnsisolering förnyas sällan och oftast är det på grund av utseende mässigt eller för att isoleringen har tappat sin isoleringsförmåga. Detta gäller också fönster och dörrar.

I hallar finns det oftast ställen var det sker stora läckage. Konstruktionernas förnyande är oftast inte lönsamt. Läckage områdena är bra att täppa till på något sätt. Sådana ställen är dörrtröskel, rör genomgångar eller tätningsmaterial som har slitits bort.

En energibesparingsmetod är att göra värmenätets balansering. Det betyder att vattenburet systems flöde balanseras till att motsvara utrymmens värmebehov. Det betyder att regleringsventilen och radiatorventilen justeras till uträknade värden, som motsvara flödes behov. I anläggningar som är över 15 år måste regleringsventilerna och radiatorventilerna oftast bytas ut för att nå balanseringens mål. Med balansering av värmenätet, minskar man på energianvändningen, rumstemperaturen hålls i balans och tar man bort möjliga ljud problem. (Motiva, Energikatselman käsikirja osa 2, luku 2, sid 12)

För att undvika övervärme i utrymmet kan man använda följande metoder:

- Maskinell kylning
- Vedring av uteluften på natten
- Ökning av ventilationen
- Aktiva solskydd
- Värmekällans isolering eller värmens bortföring om möjligt.

4.4. Användarna

Användarna räknas alla som vistas i byggnaden inte bara de människor som kontrollerar automationen och tekniken i byggnaden. Hur man använder den kan man få stora variationer i energiförbrukningen. Fel användning av byggnaden kan öka på värmebehovet. Hallarna brukar ha stora skjutdörrar. Då när de är öppna sker de en stor värmeförlust. Många av dörrarna är inte automatiserade och kan stå uppe väldigt länge, i vissa fall hela arbetsdagen. Då det är frågan om en ny hall eller en sanerad hall är det viktigt att någon person i byggnaden får skolning till systemet. På detta sätt används byggnaden på rätt sätt och kan maximera teknikens förmåga att spara energi. Det finns saker som man kan spara energin med genom att ändra på hur användarna använder den. Ett bra exempel är lastningsdörrar och andra öppningar. Det är viktigt att all apparatur servas med jämna mellanrum. Delar som slits byts så att den inte försämrar energianvändningen.

4.4.1. Dörrar

Dörrar och lyftdörrar är oftast näst största energiförbrukaren i industrierhallar och lagerhallar. Detta beror på att de används mycket och därför kan vara öppna långa tider. Via dem försvinner en stor del av värmeenergin. Hallen kan kylas ner snabbt om t.ex. lastningsdörren står uppe. Kalla luften kan röra sig tio meter längs golvet och orsaka drag känsla.

Lastningsdörrar som används mycket kan vara en stor del av tiden uppe. Stora lastningsdörrar kan man utrusta med automatik som stänger dörren efter en tid. Då det är frågan om en dörr som används mycket kan man lösa det med en ridåfläkt.

Om lastningsdörrar används mycket av användarna till att gå ut via den, kan den utrustas med en personutgång.

5. Sammanfattning

I detta examensarbete har jag tittat på industribyggnadens energianvändning och olika energibesparingsmetoder. I den med denna undersökning var att få en uppfattning om vad som använder energi och var de största delområden finns där man kan göra energibesparingar. På grund av bristfälliga ventilationslösningar är arbetsförhållanden dåliga i en stor del av existerande industribyggnader.

Då det är frågan om en ny byggnad är det lättare att påverka på hur byggnaden använder energin och utnyttjar värmeåtervinning. I existerande byggnader är lösningen stödjande av existerande systemet och tekniken. Då man gör planeringen för dessa energibesparingslösningar är oftast investeringskostnaden en stor faktor som avgör om det är lönsamt att göra investeringen.

Byggnadens användare har en stor roll i energianvändningen. Beroende på hur man sköter byggnadens teknik. Energibesparingar kan åstadkommas genom att se till att VVS apparatur får det utrymme som de kräver. Det är också viktigt att tekniken servas med jämna mellanrum

Det är viktigt att göra en lösning som stöder energieffektivitet och arbetsförhållanden. Dessa två faktorer är i en avgörande roll då man gör någon VVS sanering i industribyggnader. Eftersom industrin står för en stor del av Finlands totala energianvändning anser jag att det är en viktig del av förbättrande av inom Finlands byggnadsarv

Genom denna undersökning har man ett stöd då man planerar energiförbättringar till industribyggnader. Hur industribyggnaden använder och var det förekommer mest energiförluster. Industribyggnaders process styr hurdant system det krävs och hurdana krav man skall följa.

Exemplen jag använt i examensarbete är för ideala situationer. Eftersom industribyggnaders inneklimat varierar väldigt mycket som påverkar på energianvändningen måste alla projekt granskas från det verkliga behovet. Oftast är de en kombination av flera lösningar som är

den optimala för energibesparing. Detta på grund av att i samma utrymme kan det finnas många processer som har olika krav på till exempel ventilationen.

Slutligen är det investeringens storlek som påverkar på hur bra system man kan bygga upp. Sällan ger investeringen möjlighet till att planera ett optimalt system. I de fallen koncentrerar man sig på de delarna som använder mest energi och var det finns möjlighet till att påverka på energianvändningen.

Källförteckning

1. http://www.motiva.fi/files/5847/Energiatehokas_teollisuuskiinteisto.pdf (11.2.2014)
2. <http://www.oulunkaari.com/tiedostot/Uusiutuvaenergia/raportit/hukkalammon%20hyod.pdf> (11.2.2014)
3. www.vantalvi.fi/uploads/files/44_Teoll.ilm.170902_1.doc (20.4.2014)
4. D3 Finska Byggbestämmelser
5. D5 Finska Byggbestämmelser
6. D2 Finska Byggbestämmelser
7. http://www.motiva.fi/files/8501/Tuotannon_hukkalampo_hyodyksi.pdf (11.6.2014)
8. <http://www.motiva.fi/files/1694/kat-energiakatselmoijan-kasikirja-osa-2-luku-2-2-A.pdf> (20.8.2014)
9. <http://www.motiva.fi/files/1696/kat-energiakatselmoijan-kasikirja-osa-2-luku-2-4-A.pdf> (20.8.2014)
10. <http://www.motiva.fi/files/1720/kat-energiakatselmoijan-kasikirja-osa-3-2-A.pdf> (20.8.2014)
11. Tilastokeskus, Teollisuuden energikäyttö 2012
12. www.flaktwoods.fi

Bilagor

Bilaga 1 Behovsutredning 1

Bilaga 2 Behovsutredning 2

Bilaga 3 Behovsutredning 3

04.03.2013

Motoplast
Valuraudankuja 5
00700 Helsinki

Hankeselvitykselle asetetut tavoitteet

Tämän hankeselvityksen lähtökohtana on selvittää ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmän uudistamisen/peruskorjaamisen näkökulmasta rakennuksen nykytilanne ja rakennukselle soveltuvat perusparannus vaihtoehdot kustannuksineen

Hankkeen tavoite on parempi sisäilman laatua sekä energiatehokkaamman järjestelmän rakentaminen, siten, että tuotannon mahdollinen hukkalämpö otetaan talteen.

Hankeselvitys

Tämä selvityksen lähtötiedot perustuvat kohteen kiinteistökatselmukseen sekä käyttäjien haastatteluihin.

Tarkasteltavan rakennuksen toimistotilojen perusparannus tarvetta ei huomioida tässä hankeselvityksessä.

Rakennuksen pinta-ala on noin:
– 4000 m²

Lämmityskustannus on ollut vuositasolla noin 15 000 €
Laitesähkön ja valaistuksen osuus on arvioitu olevan n. 40kWh/m²

Hallissa valmistetaan muovikappaleita.
Hallissa on 4 poltinta jonka tehot ovat 500-1000kW. Polttimilla on oma poisto mitkä johdetaan ulos, kaasun lämpötila on noin 290°C.
Muotit eivät ole tiiviitä jonka seurauksena polttimeen pääse sulanutta muovia joka synnyttää käryä sekä savua kuin polttimen ovi avataan.

Muotien jäähdtykseen käytetään isoja potkuripuhaltimia (n. 3kpl/muoti)

Lämmitysmuoto on nestekaasupolttimella lämmitettävä vesikiertoineen ilmastointi.
Polttimon lämpöenergia on otettu talteen mutta järjestelmä ei ole enää käytössä, lämmönvaihtimen putket ovat olemassa.

Rakennuksessa on koneellinen ilmanvaihto (tulo- ja poistoilmakone, ilman lämmöntalteenotto).
Toimistotilojen koneet sijaitsevat katolla olevassa konehuoneessa, pääsy sisäkautta ja katolta.
Tuotantohallin koneet sijaitsevat katolla olevassa konehuoneessa, pääsy katolta.
Katossa on savunpoistoluukkuja joissa on tuuletin, käytätetty kesällä kuin hallissa on lämmin.

Muotien jäähdtykseen käytetään isoja potkuripuhaltimia (n. 3kpl/muoti), joka saa ilman liikkumaan toiselle puolelle hallia.

Toimenpide-ehdotus

Oleskeluvyöhykkeen ilmanlaadun parantamiseksi sekä energiasäästö toimenpiteinä suosittelemme seuraavaa.

Poistoilmaelimet vaihdetaan polttimien kohdalla, kartioksi. Näin voidaan poistaa suurempi ilmamäärä. Polttimessa oleva hukkalämpö otetaan talteen käyttämällä olemassa olevia putkia. Talteenotettu lämpö hyödynnetään lämpimän käyttöveden esilämmityksessä tai rakennuksen lämmitykseen.

**Perusparannuksen
kustannusarvio:**

- uudet pääte-elimet	2.000,00 €
- Lämmönvaihdin	20.000,00 €
- Sähkö- ja automaatiotyöt	5.000,00 €
- Rakennustekniset työt	5.000,00 €
Yhteensä:	<u>32.000,00 € alv 0%</u>

1. Yhteenveto

Suosittelimme hankkeen toteuttamista viitaten parantuneisiin työskentelyolosuhteisiin sekä kasvavalla työteholla, olemme arvioineet, että parantamalla oleskeluvyöhykkeen ilmanlaatua ja lämpötilaolosuhteita työteho kasvaa n. 20%/työntekijä jäähdytyskaudella. (Ilmastointiteknikka ja sisäilmasto, *Olli Seppänen*)

Lisäksi energiasäästön kautta saatuihin hyötyihin on arvioitu olevan 10.000,00€ /vuosi

Insinööritoimisto
Peltonen Kaj Oy



Kaj Peltonen

04.03.2013

Halli Marwe
Koneistamo
Hyvinkää

Hankeselvitykselle asetetut tavoitteet

Tämän hankeselvityksen lähtökohtana on selvittää ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmän uudistamisen/peruskorjaamisen näkökulmasta rakennuksen nykytilanne ja rakennukselle soveltuvat perusparannus vaihtoehdot kustannuksineen.

Hankkeen tavoite on parempi sisäilman laatua sekä energiatehokkaamman järjestelmän rakentaminen, siten, että tuotannon mahdollinen hukkalämpö otetaan talteen.

Hankeselvitys

Tämä selvityksen lähtötiedot perustuvat kohteen kiinteistökatselmukseen sekä käyttäjien haastatteluihin.

Tarkasteltavan rakennuksen toimisto- eikä laboratoriotilojen perusparannus tarvetta ei huomioida tässä hankeselvityksessä.

Tehdasrakennuksen (koneistamo) rakennusvuosi 1969.

Rakennuksen pinta-ala on yhteensä noin:

-500 m²

-6000 m² (kaikkia tehdasalueen rakennukset yhteensä)

Maakaasun kulutus on ollut vuositasolla (kaikkia tehdasalueen rakennukset yhteensä) n. 1200 kWh
=0,2kWh/m²

Tällä hetkellä lämmityksen osuus on arvioitu olevan n. 0,2 kWh/m²*a

Laitesähkön ja valaistuksen osuus on arvioitu olevan n. 40kWh/m²

Koneistamo rakennuksessa

Työpisteiden kohdalla on kohdepoisto. Hallin päädyssä on kiertoilmakoje.
Koneen ohjauskeskus ei toimi. Hallissa on talvella kylmä.

EKV:

Oleskeluvyöhykkeen ilmanlaadun parantamiseksi sekä energiasäästö toimenpiteinä suosittelemme seuraavaa.

Tuloilmanpäätelaitteet muutetaan siten, että korkeassa tilassa on syrjäyttävä ilmanjakotapa. Päätelaitteet sijoitetaan lattialle pilareiden kohdalle, syrjäyttävällä ilmanjakotavalla parannetaan huomattavasti oleskeluvyöhykkeen ilmanlaatua.

Vulkanointilinjan poistoilman energiasisältö otetaan talteen ohjaamalla poistoilma nestekiertoisen lämmönvaihtimen kautta.

Talteenotettu lämpö hyödynnetään lämpimän käyttöveden esilämmityksessä tai rakennuksen lämmitykseen (arvioitu teho 30 kW).

**Perusparannuksen
kustannusarvio:**

- uudet pääte-elimet	15.000,00 €
- Lämmönvaihdin	20.000,00 €
- Sähkö- ja automaatiotyöt	5.000,00 €
- Rakennustekniset työt	5.000,00 €
Yhteensä:	<hr/> 45.000,00 € alv 0%

1. Yhteenvedo

Suosittelimme hankkeen toteuttamista viitaten parantuneisiin työskentelyolosuhteisiin sekä kasvavalla työteholla, olemme arvioineet, että parantamalla oleskeluvyöhykkeen ilmanlaatua ja lämpötilaolosuhteita työteho kasvaa n. 20%/työntekijä jäähdytyskaudella. (Ilmastointitekniikka ja sisäilmasto, *Olli Seppänen*)

Lisäksi energiasäästön kautta saatuihin hyötyihin on arvioitu olevan 7.000,00€ /vuosi

Insinööritoimisto

Peltonen Kaj Oy



Kaj Peltonen

04.03.2013

Hakunilan Metalli
Vantaa

Hankeselvitykselle asetetut tavoitteet

Tämän hankeselvityksen lähtökohtana on selvittää ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmän uudistamisen/peruskorjaamisen näkökulmasta rakennuksen nykytilanne ja rakennukselle soveltuvat perusparannus vaihtoehdot kustannuksineen.

Hankkeen tavoite on parempi sisäilman laatua sekä energiatehokkaamman järjestelmän rakentaminen, siten, että tuotannon mahdollinen hukkalämpö otetaan talteen.

Hankeselvitys

Tämä selvityksen lähtötiedot perustuvat kohteen kiinteistökatselmukseen sekä käyttäjien haastatteluihin.

Tarkasteltavan rakennuksen toimistotilojen perusparannus tarvetta ei huomioida tässä hankeselvityksessä.

Tehdasrakennus on rakennettu n. 1987 ja laajennettu 2003.
Rakennuksen pinta-ala on yhteensä noin:
- 2500m²

Kulutus on ollut vuositasolla (kaikkia tehdasalueen rakennukset yhteensä)

Tällä hetkellä lämmityksen osuus on arvioitu olevan n. kWh/m²*a
Laitesähkön ja valaistuksen osuus on arvioitu olevan n. 40kWh/m²

Hallissa on koneellinen ilmanvaihto (ilma lämmöntalteenottoa)

Rakennuksissa on tehty savukokeita jonka osoittaman voitiin todeta, että mahdolliset epäpuhtaudet jäävät oleskeluvyöhykelle leijumaan ja liikkuvat lattiaa pitkin hiomiskopille. Hiomiskoppi ottaa korvausilmaa lattian kautta. Tämä kyseinen toimintaa vakuutta hallin ilmaliikkeeseen.

Hallissa on kaksi konetta (ilmamäärät 11m³/s ja 16m³/s). Ilmanvaihto tapa hallissa on syrjäyttäväilmanvaihto. Tuloilmanlämpötila on arvioltaan 20°C. Monien tuloilmaelimien edessä oli tavaraa joka vähentää ilmanjakotavan vaikutusta.

Hallissa työstetään metallia jolloin syntyy metalli pölyä.

Oleskeluvyöhykkeen ilmanlaadun parantamiseksi sekä energiasäästö toimenpiteinä suosittelemme seuraavaa.

Halliin rakennetaan toinen hiontakoppi missä voidaan suorittaa työtä mikä aiheuttaa epäpuhtauksia. Koppiin liitetään poisto mikä johdetaan suodattimen kautta ulos.

Tuloilman lämpötila alennetaan. Jolloin saadan jäähdytys tehoa kesällä.
Lattialla olevat tuloilmalaitteiden edustat pidettävä vapaana.

**Perusparannuksen
kustannusarvio:**

- Rakennustekniset työt	10.000,00 €
Yhteensä:	<u>10.000,00 € alv 0%</u>

1. Yhteenveto

Suosittelimme hankkeen toteuttamista viitaten parantuneisiin työskentelyolosuhteisiin sekä kasvavalla työteholla, olemme arvioineet, että parantamalla oleskeluvyöhykkeen ilmanlaatua ja lämpötilaolosuhteita työteho kasvaa n. 20%/työntekijä jäähdytyskaudella. (Ilmastointitekniikka ja sisäilmasto, *Olli Seppänen*)

Insinööritoimisto
Peltonen Kaj Oy



Kaj Peltonen